Mitteilung aus dem Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität Leipzig. Neue Folge (seit 1909) No. 61.

Beitrag zur Kenntnis des Syngenits.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

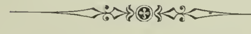
der

Hohen philosophischen Fakultät der Universität Leipzig

vorgelegt von

Henrico Schreiber

aus Annaberg (Erzgeb.).



STUTTGART.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung

Nägele & Dr. Sproesser.

1913.

Angenommen von der III. Sektion auf Grund der Gutachten der Herren Rinne und Stille.

Leipzig, den 29. Mai 1913.

Der Procancellar:
Le Blanc.

Separat-Abdruck aus dem Neuen Jahrbuch für Mineralogie etc. Beil.-Bd. XXXVII.

Druck von Carl Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit gewidmet.

Beitrag zur Kenntnis des Syngenits.

Von

Henrico Schreiber in Annaberg (Erzgeb.).

Mit 15 Textfiguren.

Inhaltsübersicht.

A. Der künstliche Syngenit.

1. Darstellungen.

Der Syngenit, ein wasserhaltiges Sulfat von der Formel $Ca\,S\,O_4$. $K_2\,S\,O_4$. $H_2\,O$, wurde zuerst als künstliches Produkt gewonnen im Jahre 1850 durch J. A. Phillips (*1). „Bei der Fabrikation der Weinsäure aus Weinstein wird letzterer mit kohlensaurem Kalk zu weinsaurem Calcium und neutralem weinsauren Kali zersetzt und durch Einwirkung von schwefelsaurem Kalk alle Weinsäure in Verbindung mit Kalk erhalten, neben einer unreinen Lösung von schwefelsaurem Kali. Beim Eindampfen der letzteren bildet sich ein harter Absatz, und bei langsamen Erkalten großer Mengen der Lösung setzt sich dieses Sulfat ab." H. Rose (*2) erhielt im Jahre 1854 Syngenit durch Vermischen von Lösungen von $Ca\,S\,O_4$ und $K_2\,S\,O_4$. H. Struve (*3) gelang es, 1869 Syngenit herzustellen durch Behandlung von Gips mit Kaliumnitrat, Chlorkalium und Jodkalium. Struve's Darstellung durch Behandlung von Gips mit Chlorkalium hält Fassbender (*4) für zweifelhaft. Er selbst stellte 1876 das Doppelsalz in feinen, seideglänzenden Nadeln dar durch Auflösen von $K_2\,S\,O_4$ in einer gesättigten Gipslösung. H. Precht (*5) erhielt 1880 Syngenit durch Behandlung von fein pulverisiertem Krugit mit wenig kaltem Wasser, wobei Magnesiumsulfat gelöst wird, während Gips und Syngenit im Rückstand erscheinen. In neuester Zeit (1905) haben van't Hoff und Wilson (*6) ein künstliches Syngenitprodukt erhalten. „120 g $K_2\,S\,O_4$ werden in 1000 ccm $H_2\,O$ gelöst und mit einer $Ca\,Cl_2$-Lösung (auf 100 ccm $H_2\,O$ 20 g anhydrisches $Ca\,Cl_2$) zusammengebracht. Der anfangs gebildete Gips ist in kurzer Zeit in Syngenit verwandelt, der sich u. d. M. als rechtwinkelig abgeschnittene Nadeln charakterisiert, welche durch Wasser unter Gipsbildung zersetzt werden."

2. Geometrie.

Bis 1873 wurden die künstlich erhaltenen Syngenite für orthotrimetrisch gehalten. W. H. Miller (*7) konstatierte folgende Flächen: {010}, {110}, {210}, {011}. Die von Miller und V. v. Lang (*8) angeführten Winkel haben nur bedingten Wert, da sie auf das orthotrimetrische System bezogen sind.

3. Optik.

An künstlichen Syngenitkristallen wurde von V. v. Lang gefunden, daß die erste Mittellinie senkrecht auf (100) steht, was entsprechend dem in Wirklichkeit monoklinen System des Syngenits nicht zutrifft.

B. Der Syngenit von Kalusz.

(Übersicht der bisherigen Untersuchungen.)

1. Vorkommen und Entdeckung.

Im Winter 1871/72 fand man auf Steinsalzdrusen von Kalusz in Galizien ein gipsähnliches Mineral. Der Entdecker V. v. Zepharovich (*9) erwies durch quantitative Analyse, daß die Zusammensetzung $CaSO_4 . K_2SO_4 . H_2O$ vorlag. Es handelte sich also um ein dem Polyhalit chemisch verwandtes Mineral, von dem es sich durch das Fehlen von $MgSO_4$ und geringere Wasserführung unterscheidet. Zepharovich gab daher dem neuen Mineral den Namen Syngenit (*συγγενής* = verwandt). Johann Rumpf (*10), der den Fund gleichfalls untersuchte, stellte im Gegensatz zu Zepharovich, der das Mineral für orthotrimetrisch erklärt hatte, fest, daß es monoklin sei. Er glaubte, daß er es mit einem Dimorphismus der Substanz $CaSO_4 . K_2SO_4 . H_2O$ zu tun habe, denn die künstlichen Erzeugnisse waren ja irrtümlicherweise auch für orthotrimetrisch erklärt worden. Rumpf benannte das Mineral daher neu und zwar nach seiner Fundstelle Kaluszit, ein Name, der jetzt insofern keine Berechtigung mehr hat, als es sich eben bald herausstellte, daß sowohl der künstliche als auch der von Zepharovich untersuchte Syngenit monoklin sind, mithin der Kaluszit identisch ist mit dem Syngenit (*11).

Zepharovich (*9) fand den Syngenit „auf Drusenräumen in reichlicher und gleichzeitiger Entwicklung mit den Würfeln von Chlorkalium; das Mineral erscheint in vollkommen durchsichtigen farblosen, tafeligen Kristallen, die entweder vereinzelt oder in Parallelaggregaten auftreten. Die letzteren sind vorwaltend und erreichen ganz ansehnliche Dimensionen. — Die lamellaren oder geradschaligen Aggregate sind in den Sylvindrusen zuweilen weit ausgiebiger entwickelt als die gleichfalls farblosen oder rötlich gefärbten Würfel des Chlorkaliums; neben denselben bemerkt man nur spärlich tiefblaue Steinsalzpartien, die auch

nicht selten von dem Sylvin umschlossen werden.“ In einer späteren Veröffentlichung (*11) gibt aber ZEPHAROVICH zu, daß das mitauftretende Mineral nicht Sylvin, sondern Steinsalz ist, wie das auch RUMPF (*10) erwähnt in der folgenden eingehenderen Beschreibung der Stufen, welche ihm vorgelegen haben: „Grobkristallinische und sehr häufig deutlich in Würfeln oder der Kombination desselben mit einem Tetrakishexaeder individualisierte Steinsalzmassen, welche entweder wasserhell oder stellenweise in verschiedenen Nuancen von blau sowie hellgrau gefärbt sind, lassen viel größere und kleinere Drusenräume frei, in welchen sich zerstreut lichtrotbraune Fleckchen eines eisenschüssigen Schlammes auf den Salzkristallen absetzten; seltener erscheint das Salz davon imprägniert. In diesen Drusenräumen nun ragen meist wasserhelle Kristalltafeln und nadelförmige Individuen aus einer festen gleichmäßigen Verwachsung mit den Steinsalzkristallen über diese hervor und endigen entweder frei im Hohlraume, oder setzen sich in einem gegenüberstehenden Steinsalzkristall analog fort. Andere Kaluszittafeln erscheinen dem entgegen wieder bloß als förmliche Zwischenlagen unter den Steinsalzkristallen. Ein Mitauftreten von Sylvin, Gips etc. war an keinem der vorliegenden Stufenstücke zu bemerken, desgleichen der Kaluszit in keinem anderen Texturzustande, als wie schon angegeben wurde.“ Weitere Angaben über die Fundstelle in Kalusz sind nicht vorhanden, leider, denn die genannte Fundstelle wurde schon nach etwa drei Jahren verstürzt.

2. Geometrie.

Wie der künstliche Syngenit wurde auch der von Kalusz, wie erwähnt, bis in das Jahr 1873 für orthotrimetrisch gehalten. ZEPHAROVICH (*9) und TSCHERMAK (*12) gaben an, daß man ihn zwar seinem Habitus nach für monoklin halten müsse, daß aber die optische Untersuchung im Polarisationsapparate deutlich auf das orthotrimetrische System hinweise. RUMPF (*10), der die Kristalle in der Hauptsache nur geometrisch untersucht hatte, hält den Syngenit für monoklin, erklärt sich aber nach den optischen Untersuchungen TSCHERMAK's (*12) mit der orthotrimetrischen Auffassung für einverstanden. Erst die genaueren Untersuchungen von ZEPHAROVICH (*11) im Jahre 1873 zeigten, daß die Kristalle, trotz ihrer scheinbar orthotrimetrischen Eigenschaften, monoklin sind. Die von RUMPF gewählte Form der Aufstellung, bei der die

vorherrschende Fläche als {100} angenommen wird, behält ZEPHAROVICH bei. Die häufigsten der von ihm beobachteten Flächen sind: a {100}, b {010}, c {001}, d {410}, e {310}, f {210}, g {110}, h {120}, i {101}, k {10$\bar{1}$}, l {20$\bar{1}$}, m {011}, n {$\bar{1}$11}, o {$\bar{2}$21}. Aus den am sichersten bestimmten Winkeln (310) : (100) = 23° 54′, (001) : (100) = 76°, und (011) : (100) = 79° 22′ erhielt er das Achsenverhältnis

$$a : b : c = 1,3699 : 1 : 0,8738$$

und den β-Winkel = 76°.

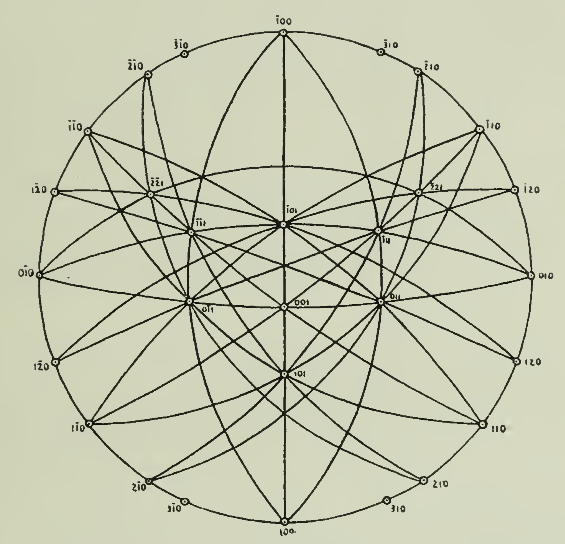


Fig. 1. Stereographische Projektion eines Idealkristalles von Kalusz (nach RUMPF).

RUMPF beobachtete dieselben Flächen wie ZEPHAROVICH außer (410) und (20$\bar{1}$) und stellte die stereographische Projektion eines Idealkristalles her (Fig. 1). Er berechnete aus (001) : (100) = 76° 9′, (001) : ($\bar{1}$01) = 35° 40′, ($\bar{1}$01) : ($\bar{1}$00) = 68° 11′, und (100) : (110) = 53° 15′ 58″ das Achsenverhältnis

$$a : b : c = 1,3801 : 1 : 0,8667$$

und den β-Winkel = 76° 9′. Häufig fehlen das eine oder das andere Prisma dritter Art, ferner {010} und {$\bar{2}$21}. Weniger selten sind {$\bar{1}$11} und {101}.

Über die Gestaltung und Größe der Flächen schreibt RUMPF (*10): „Wo in den Drusenräumen Fleckchen von eisenschüssigem

Schlamme mit dem Kaluszit auftreten, sind dessen Kristalle entweder stellenweise oder durchwegs so verändert, daß die dadurch milchweiß oder rötlich gewordenen Flächen rauh oder kavernös erscheinen, was unzweifelhaft nachher eingetretene Auslaugungsprozesse anzeigt. Sämtliche Flächen der Säulenzone zeigen Längsstreifung, die am Prisma {110}, sowie am Pinakoid {010}, aber gewöhnlich am wenigsten deutlich hervortreten. Diese, bezüglich ihrer Intensität auf den gleichnamigen Flächen an verschiedenen Kristallen mitunter sehr abweichend entwickelten Streifungen haben oft Rundungen an den Kanten zur Folge. Die Säulenendflächen sind oder waren ursprünglich glatt, zeigen aber gar nicht selten matte, kavernöse Vertiefungen in Form zahlreicher zerstreuter Punkte, oder von zusammenhängenden, sich über ganze Flächenteile erstreckenden solchen Auslaugungserscheinungen, was in gleichem Maße auch für die Flächen der Vertikalzone gilt.

An allen Kristallen sind die orthodiagonalen Pinakoide (100) und ($\bar{1}$00) die herrschenden Flächen, und ihre Zentraldistanzen sind immer so klein, daß der Habitus demnach flachstengelig oder dünn tafelförmig erscheint.

Durchschnittlich erreichen die zu Winkelbestimmungen geeigneten Kristalle bei variabler Länge bis zu 10 mm und auch darüber eine Dicke von $\frac{1}{4}$ bis kaum 1 mm und eine Breite von $\frac{1}{4}$ bis zu 8 mm. Übersteigen beide letztere Dimensionen die angegebenen Maximalgrößen, so werden die Kristalle durch reichliche Längsstreifungen in den Flächen der Säulenzone mitunter so undeutlich, daß sich darnach förmlich Übergänge in eine stengeligblätterige Zusammensetzung konstatieren ließen."

„Die 18 Kristalle, welche Zepharovich vorlagen, erscheinen stets als nach der Hauptachse langgestreckte, schmale Täfelchen mit vorwiegendem ersten Pinakoid, im allgemeinen mit rektangulären oder lanzettförmigen Umrissen. Einer der schönsten Kristalle ist 14 mm hoch, 2 mm breit und $\frac{1}{2}$ mm dick; meist zeigen sich feine Nadeln, zuweilen aber bis 5 mm breite und 1 mm dicke Tafeln, die bis 10 mm Höhe erreichen. Derartige vollkommene, wasserhelle Individuen sind stehend und meist einzeln aufgewachsen in den weiteren Zwischenräumen der lamellaren, ins Geradschalige übergehenden Aggregate. In einer fragmentaren Partie eines solchen Aggregates sind die einzelnen Individuen 10 cm hoch und 5 cm breit; ihre Tafelflächen, wie auch jene der größeren Kristalle

sind stets mehr oder weniger stark vertikal gefurcht, während auf den übrigen zahlreichen Flächen der c-Zone die Furchung zuweilen zurücktritt oder auch gänzlich fehlt. Die flächenreichen Enden der Kristalle sind glatt, falls sie nicht erodierenden Einflüssen ausgesetzt waren."

3. Zwillingsbildung.

Wie bei dem künstlichen Syngenit wurden auch beim natürlichen Zwillinge gefunden. Zwillingsebene und zugleich Verwachsungsebene ist {100}. Die Flächen (101), ($10\bar{1}$) und (001) treten hierbei nach Art orthotrimetrischer Prismen zweiter Art auf, was wohl mit dazu geführt haben mag, die Kristalle für orthotrimetrisch zu halten.

4. Die Härte.

Die Härte wird sowohl von Rumpf wie von Zepharovich mit 2,5 angegeben.

5. Die Spaltbarkeit.

Nach Rumpf besitzen die Kristalle nach {110} eine vollkommene Spaltbarkeit, im übrigen einen muscheligen Bruch. Zepharovich stellte vollkommene Spaltbarkeit nach {100} und {110} fest. Mügge (*13) schreibt noch folgendes: „Außer der Spaltbarkeit nach {110} und (Absonderung?) nach {100} besitzt der Syngenit auch noch deutlich solche nach {010} (gemessen wurde (100) : Spaltfläche (010) = 89° 11′), ferner muscheligen Bruch nach nicht näher bestimmbaren orthodomatischen Flächen. Die genannten Spaltungen bewirken, daß Blättchen // {100} in der Richtung der Achse c viel leichter geritzt werden (unter Abscheidung von viel Pulver) als senkrecht dazu (fast ohne Pulver, aber mit geringer Aufblätterung // {100})."

6. Das spezifische Gewicht.

Das spezifische Gewicht gibt Rumpf mit 2,252 bei $17\frac{1}{2}$° C an. Er führte die Volumgewichtsbestimmung mit Benzin aus. Vrba (*10) fand 2,603 im Mittel dreier Wägungen im Pyknometer bei $17\frac{1}{2}$° C.

7. Chemisches.

Das Material Rumpf's hat Dr. Ullik (*10) analysiert (Nr. 1—4), das von Zepharovich Völker (*14) (No. 5). No. 6 gibt die theoretischen Werte an, welche das Doppelsalz haben muß, wenn die Formel $Ca S O_4 . K_2 S O_4 . H_2 O$ ist.

	Ca O	$K_2 O$	$S O_3$	$H_2 O$	Na Cl	Mg O
1.	17,14	28,57	—	5,50	—	—
2.	17,09	28,53	48,63	5,46	—	—
3.	16,67	28,40	48,33	5,46	1,42	—
4.	16,62	28,72	48,35	5,45	—	—
5.	16,97	28,03	49,04	5,81	—	0,46
6.	17,06	28,70	48,75	5,48	—	—

8. Löslichkeit.

Über die Löslichkeit schreibt Zepharovich: „Wird eine fein gepulverte Probe mit destilliertem Wasser übergossen, umgeschüttelt und rasch filtriert, so enthält das Filtrat bereits eine ansehnliche Menge der Substanz in Lösung. Die klare Flüssigkeit wird beim Erwärmen trübe von abgeschiedenem Gips. Es sind beiläufig 400 Teile Wasser erforderlich, um ein Teil Syngenit zu lösen; die Löslichkeit entspricht somit jener des Gipses."

9. Ätzfiguren.

Zepharovich stellte fest, daß das Mineral von Wasser leicht angegriffen wird. Wird die polierte Fläche {100} eines Kristalles mit einem in Wasser getauchten Pinsel wiederholt überstrichen, so zeigen sich auf derselben u. d. M. bald regelmäßige Erosionsfiguren, deren Längsrichtungen parallel der Prismenkante gerichtet sind.

10. Wasserabgabe.

Zepharovich beschreibt noch folgenden kleinen Versuch: „In der Flamme des Bunsenschen Brenners wird das Mineral trübe, färbt die Flamme violett und schmilzt leicht zu einer wasserklaren, nach dem Erkalten weißen, wenig glänzenden Perle mit kristallinisch feinkörniger Textur. Im Kölbchen dekrepitiert die Probe heftig, gibt Wasser ab und schmilzt nach längerem Glühen zu einer milchweißen Masse."

11. Optisches.

Die Kristalle von Kalusz sind glasglänzend, wasserhell bis lichtmilchweiß. Die ersten optischen Untersuchungen erstreckten sich in der Hauptsache auf den Achsenwinkel. RUMPF (*10) gibt irrtümlicherweise an, daß die Ebene der optischen Achsen parallel dem klinodiagonalen Hauptschnitte ist. TSCHERMAK's Untersuchungen (*12) stimmten mit denen von V. v. LANG (*8) überein. Nach ihren Angaben steht die erste Mittellinie senkrecht auf der Fläche {100}. Die scheinbaren Winkel der optischen Achsen in Luft bestimmte TSCHERMAK bei 20° C für

rotes Glas	41° 36′
Natriumflamme	44 23
grünes Glas	45 37
Lösung von Kupferoxydammon.	49 45

ZEPHAROVICH führt den Nachweis, daß der Syngenit sich auch optisch monoklin verhält, wie folgt: „Besitzt das Polarisationsinstrument unterhalb des Analyseurs ein zentriertes Fadenkreuz, so fällt der die beiden Ringsysteme durchziehende dunkle Balken bei keiner Lage des Kristalls in den Mittelpunkt des Fadenkreuzes; er erscheint etwas seitlich oder oberhalb desselben und in einer diametralen Lage, wenn der Kristall um die Normale des ersten Pinakoides um 180° gedreht wurde. Es kann demnach die Bisektrix nicht mit der Normalen auf {100} koinzidieren. Legt man zwei Kristalle, einen gegen den andern um 180° in obiger Weise gedreht, mit ihren {100}-Flächen übereinander, so zeigt sich eine Kombinationsfigur aus den Ringsystemen der beiden einzelnen Individuen. Die gleichen kombinierten Ringsysteme sieht man auch, wie BREZINA zuerst beobachtet hatte, in den natürlichen Zwillingen des künstlich dargestellten Kalkkalisulfates. Die Ebene der optischen Achsen ist parallel der Orthodiagonale. Um die Lage der Elastizitätsachsen zu bestimmen, wurde aus einer hohen Syngenittafel eine Platte parallel der Symmetrieebene geschnitten, dieselbe quer geteilt, und die beiden Hälften, um 180° gedreht, mit {100} aneinandergefügt. Ein solcher künstlicher Zwilling zeigt sehr deutlich, daß die optischen Elastizitätsachsen in den beiden Hälften nicht parallel sind. Der Winkel, den dieselben an der Zwillingsebene einschließen, ist nach VRBA für weißes Licht = 5° 42′, für gelbes Licht = 5° 32′. Eine horizontale Dispersion zeigt sich nicht in den Ringsystemen. Die Dispersion der optischen

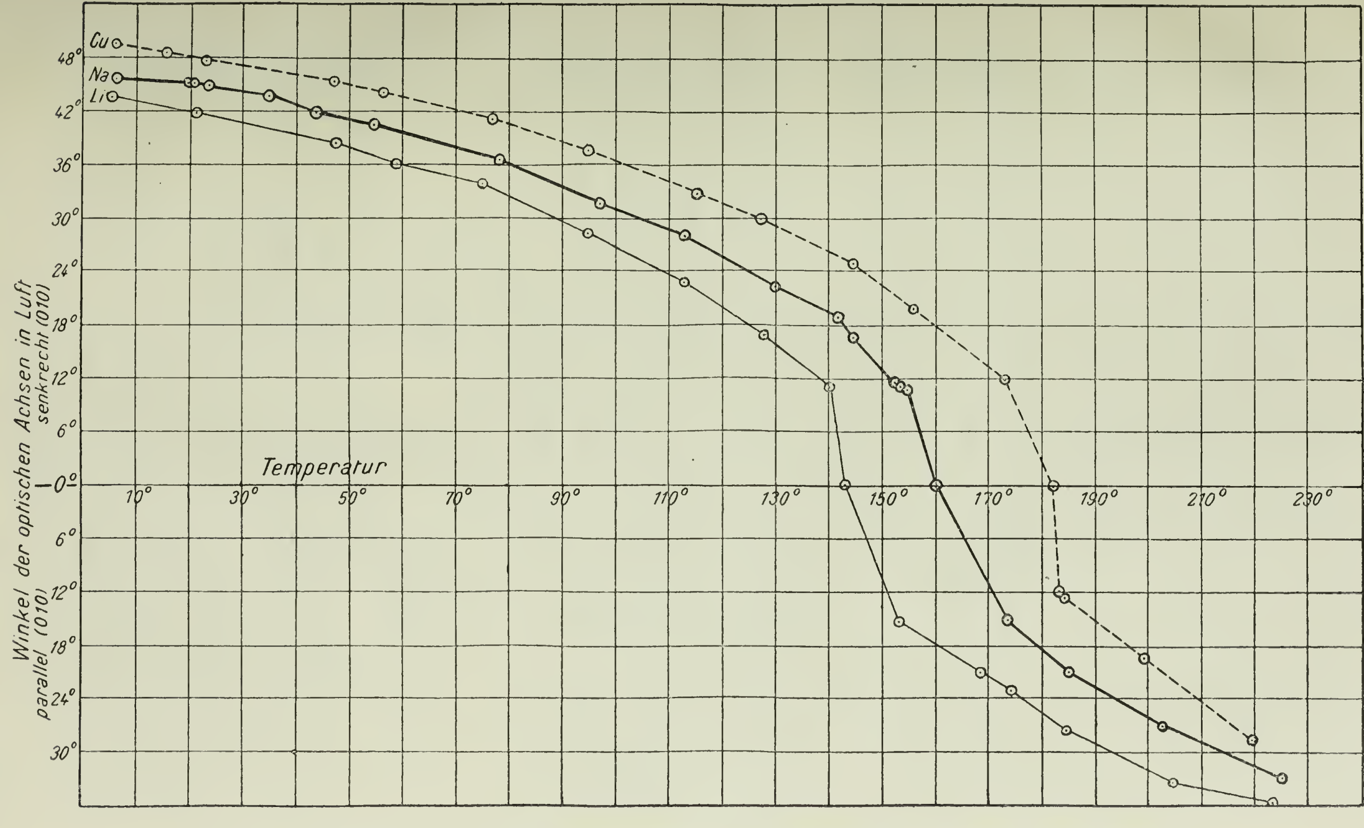


Fig. 2. Veränderung des optischen Achsenwinkels 2E bei steigender Temperatur (nach Mügge).

Achsen ist hingegen beträchtlich, $\varrho < v$. Der scheinbare Winkel der Achsen ist nach VRBA für Rot = 41° 35′, für Blau = 46° 22′. Die Substanz ist optisch negativ.“

Die Brechungsexponenten bestimmte P. GAUBERT (*15) mit Hilfe des Refraktometers für Natriumlicht

$$\alpha = 1,5000$$
$$\beta = 1,5170$$
$$\gamma = 1,5183,$$

daraus berechnet 2 V = 26° 44′.

MÜGGE (*13) fand an einem von (001) und (100) gebildetem natürlichem Prisma, dessen brechender Winkel 75° 59′ 50″ betrug, den größten Brechungsexponenten für

Rot (des AUER'schen Glühlichtes) . .	1,5158
Na-Licht	1,5181
Blau (des AUER'schen Glühlichtes) . .	1,5248.

Das optische Verhalten des Syngenits bei verschiedenen Temperaturen wurde von MÜGGE (*13) untersucht. Er erhitzte Platten parallel {100} und maß den jeweiligen Achsenwinkel (Fig. 2). Er fand Einachsigkeit für

Li-Licht	bei 143°
Na-Licht	„ 160,1°
durch eine Cuprammoniumsulfatlösung filtriertes Licht . . .	„ 181,6°.

„Die Abnahme der Achsenwinkel ist von Anfang an eine merklich beschleunigte; in der Nähe der Temperatur, bei welcher Einachsigkeit eintritt, wird für jede Farbe die Beschleunigung sehr groß, so daß es, zumal für blaues und rotes Licht, bei der nicht sehr dicken zur Verfügung stehenden Platte nicht leicht war, den Moment der Einachsigkeit zu bestimmen. Die optischen Achsen gehen dann anfangs sehr schnell in der Ebene (010) auseinander (die Zunahme beträgt z. B. für Na-Licht ca. 15° zwischen 160° und 173°), dann nimmt die Beschleunigung wieder stark ab.

Bemerkenswert erscheint, daß hier, wie auch sonst, mit Annäherung an die optische Einachsigkeit die Dispersion steigt; sie erreicht ihr Maximum etwa in dem Moment, wo der Kristall für Na-Licht einachsig wird, und beträgt dann nicht weniger als 36°, gegenüber etwa 6° bei t = 10° und etwa 7° bei t = 220°.

Eine merkliche Änderung in der Lage der Elastizitätsachsen findet nicht statt, und so wenig wie anfänglich horizontale ist

nachher geneigte Dispersion deutlich. Dauernde Veränderungen in der Größe des optischen Achsenwinkels wurden auch an mehrfach auf 230° erhitzten Kristallen nicht beobachtet."

C. Der Syngenit von Sondershausen.

(Eigene Untersuchungen.)

1. Vorkommen und Entdeckung.

Über das Vorkommen und die Entdeckung des Syngenits auf dem Kaliwerke „Glück Auf-Sondershausen" berichtet Zimmermann (*16) folgendes: „Die nach dem Tiefsten einer kleinen Sondermulde unter 10° einfallende, blind endende, 145 m lange, sogen. W-Strecke auf der 663 m-Sohle im Nordfelde genannten Werkes, in nächster Nähe des Schachtes, verläuft durchgängig im anhydritischen Hartsalz (Halitosylvin), ist im Jahre 1900 zu treiben begonnen worden und füllte sich allmählich mit aus Fabrikrückständen, die in höheren Sohlen zum Versatz eingebracht waren, abfließenden Laugen und mit Schachtsickerwasser bis obenhin an, wobei auch die Wände der Strecke angegriffen wurden. Diese Lauge wurde im Jahre 1903 einmal ganz ausgeschöpft, stieg bis 1907 nochmals bis etwa zur halben Höhe an, und wurde in diesem Jahre wiederum ausgepumpt, wobei allerdings noch 10 m weit Lauge blieb. Seitdem ist diese wieder bis auf 13 m gestiegen. Beim ersten Ausschöpfen hatte man keine besonders auffälligen Neubildungen bemerkt außer unbedeutenden Ankristallisationen von Steinsalz. Beim zweiten Auspumpen zeigten sich aber von oben nach unten in zunehmender Pracht Wände, First und Sohle der Strecke von Steinsalz-Sylvin- und Syngenitkristallen überdrust bis pelzartig dicht überkleidet, so daß man diese Strecke auch Kristallkammer genannt hat. Diese drei Mineralien besitzen eine eigenartige Verteilung. Steinsalz in prächtigen, vollkommen ausgebildeten Würfeln und Würfelgruppen, also nicht in Treppenkristallen, aber oft mit weitgehender weißer Trübung der Ecken, findet sich allenthalben, doch nimmt die etwa 1 cm betragende Kantenlänge nach unten hin bis auf mehr als 5 cm zu. Der Sylvin bildet wasserklare, bis über erbsengroße Kristalle mit {100}; {111} fast im Gleichgewicht, wobei diese Kristalle zu lockeren, im Umriß ohrförmigen Krusten verwachsen sind, die wie Baumschwämme (*Polyporus*) an die Wände und an auf dem Boden liegende Steine angewachsen sind; aber er fand sich nur im Niveau des obersten

Laugenstandes vor dem zweiten Auspumpen; von etwa 3 m unterhalb dieses Niveaus an abwärts fehlt Sylvin gänzlich und findet sich erst und zwar in gleichartiger Erscheinungs- und Auftretungsform wieder dicht unter dem Spiegel der heute noch vorhandenen Lauge, deren Ufer in einer schmalen Zone begleitend, 1—3 dcm großen, schirmförmigen Korallenstöcken ähnlich. Auf und zwischen diesen Sylvinkrusten sitzen bis 1 cm große Steinsalzwürfel nicht selten, aber doch nur vereinzelt. Das dritte Mineral, der Syngenit, ist das bemerkenswerteste, weil es, obwohl ein Kalimineral, bisher noch nicht auf unseren Kalilagerstätten wie überhaupt in Deutschland und sonst auf der Welt, außer an dem einen Orte Kalusz, in natürlichem Vorkommen gefunden war, und nun hier bei Sondershausen gleich in großen Mengen und in prächtigen Kristallen auftritt. Die ersten, noch sehr spärlichen Drusen dieses Minerals finden sich in der Nähe des erstgenannten Sylvins, etwa 64 m vom Eingange der Kristallkammer entfernt, dann fehlt das Mineral eine lange Strecke ganz, tritt erst etwa 104 m vom Eingange wieder auf, aber nunmehr überziehen die, nach untenhin ebenfalls größer werdenden, leistenförmigen, meist 2—3, z. T. aber auch bis 8 cm langen Nadeln und Nadelbüschel dieses Minerals wie ein borstiger Pelz die Wände. Sie sitzen unmittelbar dem Sylvinit (Hartsalz) auf und dienen den Steinsalzwürfeln als Unterlage, werden also von diesen umwachsen. Sylvinneubildungen finden sich hier also nicht. Ganz ähnlich sehen die Pelze aus, mit denen neugebildete Gipsnadeln die Mansfelder Schlotten überziehen, und unser Syngenit ist bisher auch immer für Gips gehalten worden, bis ich hinkam und an seiner scheinbar rhombischen Kristallform, anderen Spaltbarkeit, Sprödigkeit, seiner leichten Zersetzbarkeit durch Wasser und anderem seine Selbständigkeit erkannte. F. Rinne stellte dann die Syngenitnatur fest.“

Dieser vortrefflichen Schilderung Zimmermann's möchte ich nur noch hinzufügen, daß Steinsalz und Syngenit sich gleichzeitig ausgeschieden haben. Natürlich war es dabei möglich, daß Steinsalzwürfel einzelne ihnen im Wege stehende Syngenitkristalle umwachsen haben. Wir finden aber auch, daß Syngenitkristalle auf Steinsalzwürfel aufgewachsen sind, und zwar meistens so, daß sie entweder in den Ecken sitzen, welche durch zwei sich durchdringende Steinsalzwürfel gebildet werden, oder in dem gelegentlich bei Steinsalz zu beobachtenden näpfchenförmigen Skelettbau.

Die Syngenitkristalle selbst haben keine bestimmte Anordnung, sie stehen kreuz und quer durcheinander. Durchwachsungen finden dabei sehr häufig statt, aber ebenfalls ohne jede Regelmäßigkeit. Überall da, wo der Untergrund regelmäßig eben verläuft, finden wir ihn mit hunderten dieser freistehenden, einzelnen Kristalle bedeckt. An allen den Stellen aber, wo der Untergrund durch irgend einen Zufall eine Erhebung aufweist, beobachtet man gesetzmäßig aufgebaute Büschel großer, dicker Kristalle, gesetzmäßig aufgebaut insofern, als sie fast alle mit ihrer flachen Seite {100} aneinandergewachsen sind, ohne allerdings vollkommen parallel zu sein. Die tiefer gelegenen Stellen des Untergrundes weisen auch noch eine Syngenitkruste auf, doch sind hier die Kristalle kleiner, dünner und zarter, mitunter so dünn, daß sie ziemlich farblos erscheinen. Es lassen sich diese Erscheinungen folgendermaßen erklären: Beim Auskristallisieren aus einer Lauge verändert sich in der Umgebung der Kristalle selbstverständlich die Konzentration der Lösung. Durch Diffusion gleicht sie sich jedoch wieder aus, und nun kann die Kristallisation wieder weiter vor sich gehen. Es ist nun klar, daß an Stellen, zu denen die Lauge von allen Seiten hinzutreten kann, die Diffusion sehr schnell vor sich geht, mithin auch das Wachstum der Kristalle sehr beschleunigt wird, wohingegen an Stellen, die der Lauge nur von einer Seite aus zugängig sind (also am Rande), der ganze Vorgang viel längere Zeit in Anspruch nehmen wird. Wir werden also an den erhabenen Stellen einen sehr raschen, reichlichen Absatz von Kristallen finden, an den anderen Stellen hingegen einen langsameren, spärlicheren. Dabei ist aber gleichzeitig zu beachten, daß die größeren, rascher gewachsenen Kristalle meist eine weniger gute Ausbildung der Form zeigen als die langsamer entwickelten. Auf die Ausbildung der Einzelkristalle werde ich in einem späteren Abschnitte näher zu sprechen kommen.

An dieser Stelle ist noch zu erwähnen, daß NAUMANN (*17) im Jahre 1911 in demselben Schachte an anderer Stelle eine Spalte entdeckte, die ebenfalls über und über mit Syngenitkristallen bedeckt war, die sich aber von denen in der Kristallkammer nur wenig unterschieden.

2. Geometrie.

Die Kristalle sind monoklin prismatisch. Beobachtet habe ich folgende Flächen: a {100}, b {010}, c {001},

Fig. 3. Kopfbild und Seitenansicht eines Idealkristalles von Sondershausen.

Fig. 4. Stereographische Projektion eines Idealkristalles von Sondershausen.

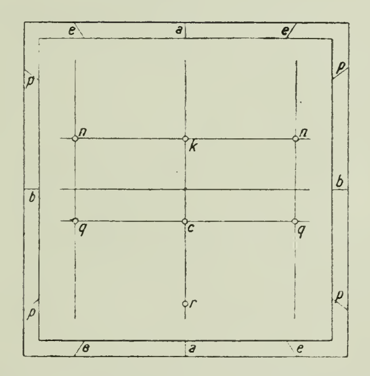


Fig. 5. Gnomonische Projektion eines Idealkristalles von Sondershausen.

d {011}, e {101}, f {110}, g {210} und h {111} (Fig. 3). Die stereographische Projektion eines Idealkristalles zeigt Fig. 4; Fig. 5 gibt die Verhältnisse in gnomonischer Art wieder. Die Flächen {100} und {101} treten stets auf. Die Prismen {110} und {210} sind meist nebeneinander vorhanden, doch kann das eine oder das

andere auch ganz wegfallen. Sehr selten sind {010} und {111}; letztere Gestalt habe ich überhaupt nur dreimal beobachten können.

Die Reflexe am Goniometer sind durchweg für genaue Ermittlung der Flächenneigungen ungeeignet. Ich habe bei meinen zahlreichen Messungen nicht eine Fläche gefunden, welche einen ganz tadellosen Reflex gab. Die verzerrtesten Bilder liefern in dieser Hinsicht die Flächen der Zone c; sie zeigen eine sehr starke Längsstreifung parallel c und schon bei schwacher Vergrößerung u. d. M. sieht man deutlich, daß die Flächen {100} rund sind. Stellt man einen Kristall so auf das Goniometer, daß durch Drehung des Tisches die Reflexe der Flächen der c-Zone nacheinander erscheinen, so kann man die Krümmungen sehr gut beobachten. Die Flächen {100} geben meist mehrere helle Reflexe, zwischen denen sich noch ein ganzes Band von schwächeren Reflexen hinzieht. Durch Messen der beiden äußersten Spaltbilder konnte ich feststellen, daß die Krümmung bis über 6° beträgt. Oft wird das Gesichtsfeld beim Drehen von der Stellung der einen Fläche bis zur nächsten überhaupt nicht ganz dunkel. Zwischen den angegebenen Flächen dieser Zone {100}, {210}, {110} und {010} liegen also noch Vizinalflächen, deren genaue Lagen jedoch nicht zu ermitteln sind, da die Spaltbilder nur angedeutet, aber keinesfalls meßbar sind. Wir haben es hier mit einer Verrundung durch Längsstreifung zu tun, wie wir sie öfters auch an anderen Mineralien beobachten können, vor allem an solchen, deren Kristallform nach einer Achse hin gestreckt ist. Alle Flächen, die nicht in der c-Zone liegen, geben meist einen etwas besseren Reflex. Aus den eben erwähnten Gründen ist es natürlich nicht möglich gewesen, die wahren Flächenwinkel der Kristalle zu finden. Ich habe mir auf die Weise geholfen, daß ich aus einer großen Menge von Messungen die Mittelwerte ausgerechnet habe.

Die Winkel der verschiedenen Flächen mit der seltenen Fläche $\{\bar{1}11\}$ konnten nicht gemessen werden, da die betreffenden Flächen nur ganz schlechte Reflexe gaben. Die mit * bezeichneten Winkel habe ich als Fundamentalwinkel gewählt, da ich von ihnen die größte Anzahl von Messungen besitze, und somit der Mittelwert ein genauerer ist wie bei den anderen Winkeln. Aus ihnen wurde folgendes Achsenverhältnis berechnet:

$$a : b : c = 1{,}352 : 1 : 0{,}871; \quad \beta = 75^\circ\, 55'.$$

Zum Vergleich seien hier nochmals die Ergebnisse von ZEPHAROVICH und von RUMPF vermerkt:

ZEPHAROVICH: a : b : c = 1,3699 : 1 : 0,8738; $\beta = 76^{0}$.
RUMPF: a : b : c = 1,3801 : 1 : 0,8667; $\beta = 76^{0}\ 9'$.

Winkel der Normalen	Mittelwerte der Messungen	Berechnete Werte
(100) : (001) *	75° 55′	—
(100) : (110) *	52 41	—
($\bar{1}$00) : ($\bar{1}$01) *	67 33	—
(100) : (101)	47 36	47° 32′
(100) : (210)	33 10	33 15
(100) : (011)	79 35	79 26
(001) : ($\bar{1}$01)	36 28	36 32
(001) : (101)	28 18	28 23
(110) : (210)	19 25	19 26
(011) : (101)	47 35	48 26
(011) : ($\bar{1}$01)	52 10	52 42

Daß die Flächen der c-Zone eine starke Streifung parallel c aufweisen, ist schon erwähnt worden. Die übrigen Flächen sind durch Sprünge, matte Stellen, kavernöse Vertiefungen, nachträglich noch angewachsene Flächenteile teils mehr teils weniger verletzt. Die Kristalle sind nach der c-Achse gestreckt und polar ausgebildet.

Die Größe der Kristalle ist sehr verschieden. Als maximale Werte fand ich für die Länge 8,3 cm, für die Breite 1,1 cm und für die Dicke 1,4 mm. Ein konstantes Verhältnis von Dicke zu Breite oder von Breite zu Länge war nicht vorhanden. Die Flächen {100} und {$\bar{1}$00} herrschen vor und geben dem Kristall die Form einer dünnen Tafel.

Gelegentlich der später noch zu erwähnenden Erhitzungsversuche habe ich auch die Geometrie des Syngenits bei höherer Temperatur gemessen. Die Tabelle zeigt die Änderung verschiedener Winkel von 20° bis 200° C.

Winkel	20° C	200° C	Differenz
(100) : (101)	47° 5′ 50″	47° 11′ 45″	+ 5′ 55″
(101) : (001)	28 50 10	28 51 15	+ 1 5
(001) : ($\bar{1}$01)	36 48 0	36 44 5	— 3 55
($\bar{1}$01) : ($\bar{1}$00)	67 17 40	67 14 45	— 2 55
(100) : (hk0)	31 16 5	31 20 5	+ 4 0
(hk0) : (210)	2 4 0	2 4 40	+ 0 40

Aus den bei 200° C gemessenen Winkeln wurde noch das Achsenverhältnis für diese Temperatur ausgerechnet:

bei 20° C a : b : c = 1,352 : 1 : 0,871; $\beta = 75° 55'$
„ 200° C a : b : c = 1,359 : 1 : 0,894; $\beta = 76° 3'$.

3. Zwillingsbildung.

Annähernd 50 % der Kristalle sind Zwillinge. Die Zwillingsebene und zugleich Verwachsungsebene ist {100}. Äußerlich sind die Zwillinge meist schwer erkennbar, da selten ein einspringender Winkel vorhanden ist. Oft ist eine Zwillingsnaht zu beobachten. Es treten dann mitten in einem Kristall Flächen auf, die einem Zwillingskristall gehören. Untersucht man die Auslöschungsschiefe auf (010), so zeigt sich bei der Dunkelstellung an der Stelle, wo die Zwillingsflächen liegen, ein heller Streifen, der parallel der c-Achse verläuft und in bezug auf diese symmetrisch zu dem andern Teil des Kristalls auslöscht. Mitunter sind auch drei oder mehr Einzelkristalle zu einem Kristall verwachsen, derart, daß sie immer abwechselnd in Normal- und Zwillingsstellung stehen.

4. Härte.

Die Härte liegt zwischen 2 und 3 der Mohs'schen Härteskala.

5. Spaltbarkeit, Schlag-, Druck- und Kratzfiguren.

Deutliche Spaltbarkeit ist vorhanden nach {100} und {110}, undeutlich nach {010} und einem nicht genau zu bestimmenden Pinakoid zweiter Art {h 0 l}.

Die Schlagfiguren (Fig. 6 a und b) wurden erzielt mit dem Lattermann'schen Schlagfigurenapparat, und zwar nur auf {100}, da die übrigen Flächen für den Versuch zu klein sind. Die Figuren sind sehr unregelmäßig. In allernächster Nähe des von der Nadel geschlagenen Loches ist der Kristall stark zersplittert. Die am häufigsten auftretenden Risse laufen parallel c. Oft spalten sich auch dünne Blättchen parallel {100} ab, derart, daß sie mit der von der Schlagfigur entfernteren Seite noch am Kristall haften. Sie machen sich mitunter bemerkbar durch das Auftreten von Newton-schen Farben.

Die Druckfiguren (Fig. 6 c) wurden hergestellt mit einer stumpfen Nadel. Sie zeigen die Spaltrisse etwas deutlicher wie die Schlagfiguren, doch ist auch hier keine Regelmäßigkeit in ihrer

Lage vorhanden. Die Spaltung nach {100} tritt wieder auf, hier meist durch sehr deutliche Farbenringe gekennzeichnet.

Die Kratzfiguren wurden ebenfalls nur auf {100} ausgeführt. Beim Ritzen parallel c mittelst einer spitzen Stahlnadel scheidet sich viel Pulver ab, senkrecht dazu nur wenig. Die Figuren

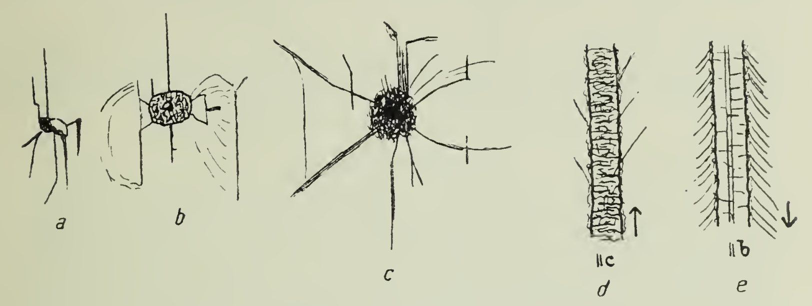


Fig. 6. Schlag-, Druck- und Kratz-Figuren.

parallel c (Fig. 6 d) zeigen zwei recht unregelmäßige Randlinien, von denen aus vereinzelte Seitensprünge gehen, die mit der Ritzrichtung gleichlaufen. Die Figuren parallel b (Fig. 6 e) zeigten zwischen den unregelmäßigen starken Randlinien noch zwei feinere, regelmäßiger verlaufende Linien. Die Seitensprünge treten hier zahlreicher auf.

6. Spezifisches Gewicht.

Das spezifische Gewicht wurde mit dem Pyknometer bestimmt bei $17\frac{1}{2}^0$ C. Als Mittelwert wurde dabei erhalten 2,579.

7. Chemisches.

Die quantitative Analyse des Syngenits von Sondershausen ergab

		berechnet nach ZEPHAROVICH
CaO	17,20	17,06
K_2O	28,80	28,70
SO_3	48,40	48,75
H_2O	5,41	5,48
	99,81 [1]	99,99

Eine Analyse der Lauge, aus welcher der Syngenit in Sondershausen auskristallisiert, hat H. E. BOEKE angefertigt (*18). Darnach enthält 1 Liter (spez. Gew. = 1,239)

[1] + 1,23 NaCl.

$CaSO_4$	2,574 g
$MgSO_4$	12,524
$MgCl_2$	28,872
KCl	117,634
NaCl	226,370
H_2O (ber.)	851
	1239 g

Aus dieser Lauge kristallisiert entsprechend dem van't Hoffschen Diagramm Steinsalz, Sylvin und Syngenit zu gleicher Zeit aus.

8. Ätzfiguren.

Die Ätzfiguren wurden hergestellt mit Wasser, Schwefelsäure, Salzsäure und Natronlauge. Gute deutliche Ätzfiguren wurden nur auf {100} und {110} erhalten. Auf den übrigen Flächen war nur eine schwache, undeutliche, strich- oder schuppenähnliche Ätzung vorhanden. Mit sämtlichen Ätzmitteln wurden dieselben Figuren erhalten. Auf {100} sind dies Grübchen in Form langgestreckter Rechtecke mit der langen Kante orientiert nach der c-Achse (Fig. 7 a). Oft sind mehrere solcher Rechtecke schachtel-

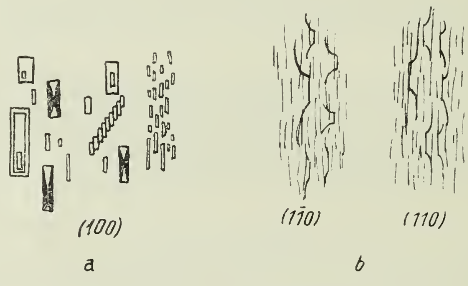


Fig. 7. Ätzfiguren.

artig ineinandergesetzt. Mitunter zeigt sich auch ein Sektorenbau dadurch, daß die Sektoren an der langen Kante dunkler gefärbt sind. Diese Figuren erscheinen zweimal symmetrisch. Wir finden also hier eine enge Anlehnung an das orthotrimetrische System. Auf {110} finden wir trapezähnliche Grübchen, wie sie Fig. 7 b zeigt. Sie sehen einmal symmetrisch aus. Die Ätzfiguren auf {100} sind oft strichweise parallel der c-Achse sehr dicht. Mitunter auch reihen sie sich treppenförmig aneinander. Die Ätzung geht bei Wasser schon in $\frac{1}{4}$ bis 1 Minute vor sich, ja sogar

nach starkem Anhauchen kann man schon kleine Grübchen erhalten. Zwischen den Ätzfiguren erhält man immer feine Nadeln von Gips. Wasserdampf gibt wenig Ätzfiguren, aber starke Zersetzung in Gipsnadeln. In konzentrierter Schwefelsäure werden die Kristalle sogleich durch die Zersetzung undurchsichtig.

9. Die Wasserabgabe des Syngenits und die dabei auftretenden Erscheinungen.

Schon an dem Syngenit von Kalusz hatte ZEPHAROVICH, wie oben erwähnt, beim Erhitzen ein heftiges Dekrepitieren bemerkt, welches mit der Wasserabgabe zusammenhängen sollte. Ich selbst beobachtete in dem RINNE'schen Gaserhitzungsofen u. d. M. bei langsamen Erhitzen, wie bereits MÜGGE, ein Trübwerden der Kristalle, es ging sehr unregelmäßig, stoßweise vor sich. Bei etwas schnellerem Erhitzen kann man bei dem ruckweisen Trübwerden eine plötzliche Bewegung des ganzen Kristalles wahrnehmen, die oft noch mit einem leisen Knistern verbunden ist. Erhitzt man sehr schnell, so zerspringt der Kristall meist explosionsartig in mehrere Stücke mit deutlich wahrnehmbarem Geknister. Eine feststehende Temperatur, bei der das Trübwerden eintritt, läßt sich nicht angeben. Erhitzt man langsam und lange, so kann ein Trübwerden schon unter 220° C eintreten. Erhitzt man schnell, so kann es vorkommen, daß der Kristall erst bei 250° C zerspringt.

U. d. M. beobachtet man an den erhitzten Kristallen eine sehr seltsame näher zu erörternde Erscheinung. Man erkennt nämlich bei stärkerer Vergrößerung in dem Kristallrest neugebildete, selten mehr als 0,1 mm lange, klare, scharf umrandete Kristalle, die sich durch eine stärkere Doppelbrechung bemerkbar machen. Hat man den Syngenit langsam und vorsichtig erhitzt und die Erhitzung bei Beginn des Trübwerdens gleich unterbrochen, so findet man in dem sonst unveränderten Syngenit diese neuen Kristalle, die kreuz und quer, mitunter auch übereinander liegen. Erhitzt man aber den Syngenit länger, so geht die Bildung der neuen Kristalle nur bis zu einer gewissen Menge vor sich. Die übrigen Partien des Syngenits werden undurchsichtig gelblich. Erhitzt man einen Kristall im Kölbchen, bis derselbe ganz zu Pulver zersprungen ist, so erhält man die neuen Kristalle und die gelbliche undurchsichtige Substanz.

Zur Untersuchung der neugebildeten Kristalle wurden dieselben isoliert. Der erhitzte Syngenit wurde bis zu einem gewissen Korn zerdrückt und die gesamte Substanz in Öl gelegt. In einem solchen Präparat zeigen sich Bruchstücke von unzersetztem Syngenit, von zersetztem Syngenit und die neuen Kristalle. Der zersetzte Syngenit hat eine gelbe Farbe, eine sehr undulöse oder gar keine Auslöschung. Der noch unzersetzte Syngenit tritt auf in Spaltblättchen nach {100} und {010}. Erstere löschen gerade aus und zeigen eine sehr geringe Doppelbrechung, letztere löschen schief aus, zeigen mitunter die weiter oben beschriebenen Zwillingsnähte und vor allem eine sehr hohe Doppelbrechung.

Die neuen Kristalle sind teilweise isoliert, teilweise hängen sie noch mit Syngenitbruchstückchen zusammen. Sie sind in dem Ölpräparat gut durch stärkere Brechung erkennbar. Man findet zweierlei Formen. Einmal Tafeln von sechseckiger, das andere Mal solche von rhombischer Gestalt (Fig. 8). Die tafelförmige Ausbildung rührt davon her, daß sich die Kristalle zwischen den einzelnen Schichten nach {100} des Syngenitkristalles ausgebildet haben; mit der tafelförmigen Seite sind sie also alle orientiert nach {100}. Ein mittlerer Brechungsexponent wurde mit Hilfe der Becke'schen Linie in verschieden stark brechenden Flüssigkeiten gefunden. Er betrug 1,554. Die Doppelbrechung ist bei der sechseckigen Form stärker als bei der rhombischen. Die Auslöschung ist teils undulös, teils scharf. In letzterem Falle zeigt sich meist, daß der Kristall aus mehreren Individuen zusammengesetzt ist. Die sechseckige Form weist oft drei Sektorenpaare auf, deren Auslöschungsschiefen verschieden sind. Ein Achsenbild erhält man bei der sechseckigen Form nicht, bei der rhombischen Form erhält man das Achsenbild eines Schnittes senkrecht zur ersten Mittellinie. Die Achsenebene liegt in der Richtung der kürzeren Diagonalen. Die Doppelbrechung ist negativ.

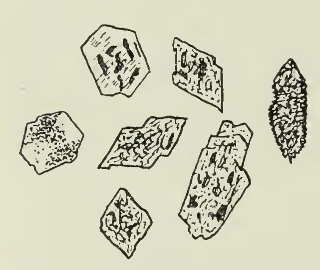


Fig. 8. Die im Syngenit durch Erhitzen entstandenen neuen Kristalle.

Die qualitative chemische Zusammensetzung versuchte ich durch Mikroanalyse festzustellen. Zahlreiche, mit einer Nadel u. d. M. isolierte Kristalle wurden in Wasser aufgelöst. Das Wasser ließ

ich dann verdunsten, und die Rückstände untersuchte ich u. d. M. Unter diesen waren mit Sicherheit Gipsnädelchen zu erkennen, ein Zeichen, daß in den Kristallen also noch $Ca\,S\,O_4$ enthalten war. Kalium wurde folgendermaßen nachgewiesen: Etliche Kristalle wurden in Wasser aufgelöst und dieser Lösung wurde Platinchlorid zugesetzt. Nach dem Eintrocknen zeigten sich sehr deutliche Kaliumplatinchloridkristalle, daneben auch wieder die Gipsnädelchen. Ein Weggehen von Schwefelsäure findet bei der Zersetzung des Syngenits nicht statt. Es wurde dies dadurch festgestellt, daß ich eine größere Menge Syngenit in einer Retorte unter Luftabschluß erhitzte und die dabei entstehenden Dämpfe durch Baryumchloridlösung hindurchleitete, welches nach dem Versuch nicht die geringste Trübung zeigte. Es scheint sich hier also um ein wasserärmeres oder wasserfreies Calciumkaliumsulfat zu handeln. Genauere Daten konnte ich trotz vieler Bemühungen nicht erzielen.

10. Optisches.

a) Färbung. Die Kristalle sind durchsichtig, ihre Farbe wechselt von ziemlich farblos bis schwach ocker. Vollkommen farblose Kristalle habe ich in der Kristallkammer nicht gefunden. Die von Naumann an einer anderen Stelle des Schachtes entdeckten Kristalle waren wasserklar und vollkommen farblos, mitunter weiß getrübt wie Steinsalz. Woher die Färbung stammt, läßt sich nicht sagen, da die chemische Analyse bei der geringen Menge des Farbstoffes keinen Aufschluß darüber gab. Die Lauge, aus der die Kristalle sich absetzen, sieht weingelb aus. Die Kristalle erhalten noch eine wesentlich dunklere Färbung durch einen rostfarben aussehenden Überzug, der meist nur eine Seite des Kristalls bedeckt. Dieser vermutlich eisenhaltige, hart gewordene Schlamm sitzt sehr fest auf den Kristallen auf und ist nur schwer zu entfernen.

b) Bestimmung des Achsenwinkels mit dem Wülfing'schen Konometer. Der Syngenit ist optisch negativ. Die Achsenebene liegt senkrecht {010}. Die optische Normale befindet sich im spitzen β-Winkel und bildet mit der c-Achse einen Winkel von 2° 17′. Dieser Wert wurde erhalten durch Bestimmung der Auslöschungsschiefe auf {010} mit der Bertrand'schen Doppelquarzplatte. Die erste Mittellinie steht also nahezu senkrecht zu {100}. Das Achsenbild zeigt eine sehr

starke Dispersion $\varrho < v$, wie aus den folgenden Zahlen hervorgeht, die den scheinbaren und wirklichen Achsenwinkel für einige Farben des Heliumspektrums bei $21\frac{1}{2}^0$ C angeben.

Farbe des Lichtes	Wellenlänge des Lichtes in μ	2 E	2 V
Rot	0,70652	38°50′	25°22′
Gelb	0,58757	43 30	28 18
Grün	0,50157	46 24	30 2
Blau	0,47131	47 19	30 34

Den Achsenwinkel habe ich auch bei höherer Temperatur mit Hilfe von Nernstlampe, Monochromator und einem neukonstruierten Ofen gemessen. Letzterer besteht aus zwei Teilen, A und B, die voneinander getrennt und wieder

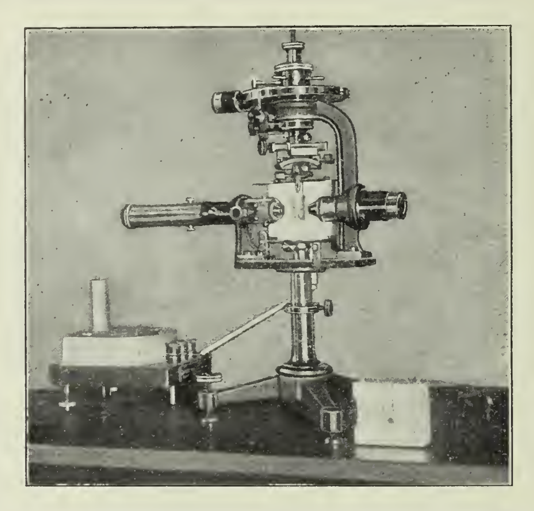


Fig. 9. Erhitzungsofen für den Achsenwinkelapparat.

zusammengesetzt werden können (Fig. 9). Dies hat den Vorteil, daß man die Kristalle am Achsenwinkelapparat erst vollständig zentrieren und justieren und dann den Ofen von den beiden Seiten her anbauen kann, ohne befürchten zu müssen, daß der Kristall dabei angestoßen wird. Der eigentliche Erhitzungsraum C hat die Gestalt eines Zylinders (Fig. 10 und 11). Seine Wände sind aus Metall und mit dünner Asbestpappe umkleidet. Darauf liegt dann

der spiralig gewundene Nickeldraht H, durch welchen die Erhitzung bewirkt wird. Unter dem Erhitzungsraum liegt ein massiver Metallblock D, durch dessen Erwärmung eine sehr gut konstante Temperatur erzielt wird. In die beiden Ausschnitte G werden die beiden Fernrohre des Achsenwinkelapparates eingeschoben, die sich nahe am Kristall befinden müssen. Die Öffnungen des Metallmantels werden durch zwei locker eingepaßte Glasscheiben E verschlossen, die gleichzeitig eine zu starke Erhitzung der Linsen der Fernrohre verhindern. In den Erhitzungsraum mündet unterhalb der Beobachtungsöffnungen ein Loch F von der Seite her, das für die Zuleitung des Thermoelementes bestimmt ist.

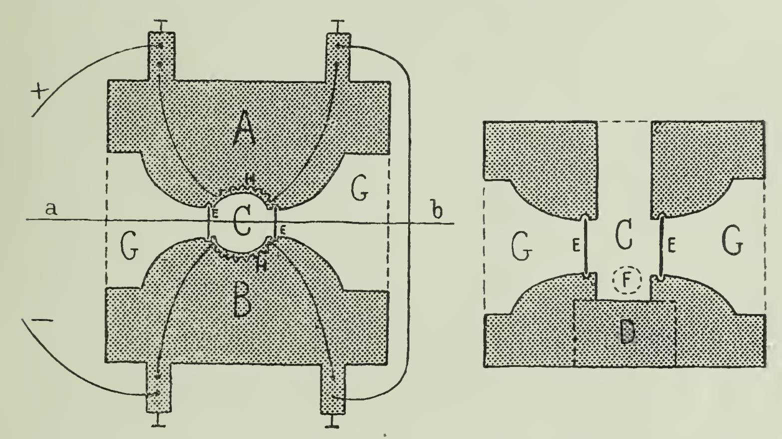


Fig. 10. Horizontaler Schnitt durch den Erhitzungsofen.

Fig. 11. Vertikaler Schnitt a—b durch den Erhitzungsofen.

Bei der Zentrierung und Justierung darf man den Kristall nicht direkt an der Metallpinzette befestigen, da diese die Wärme sehr stark ableitet. Man bedient sich als Isolierungsmittel am besten eines Tonstäbchens, an das man den Kristall mit in Wasser angerührtem Ton ankittet. Solange der Ton noch naß ist, zentriert und justiert man den Kristall, ohne die dazu vorhandenen Vorrichtungen zu gebrauchen, so gut wie möglich. Nachdem dies geschehen, orientiert man ihn noch vollständig mittelst der Schrauben, dann baut man zunächst die Hälfte des Ofens auf, in der die Öffnung für das Thermoelement ist. Die Lötstelle des letzteren muß so weit in den Erhitzungsraum hineingezogen werden, daß sie nach dem Hochbiegen in gleiche Höhe mit dem Kristall und dicht

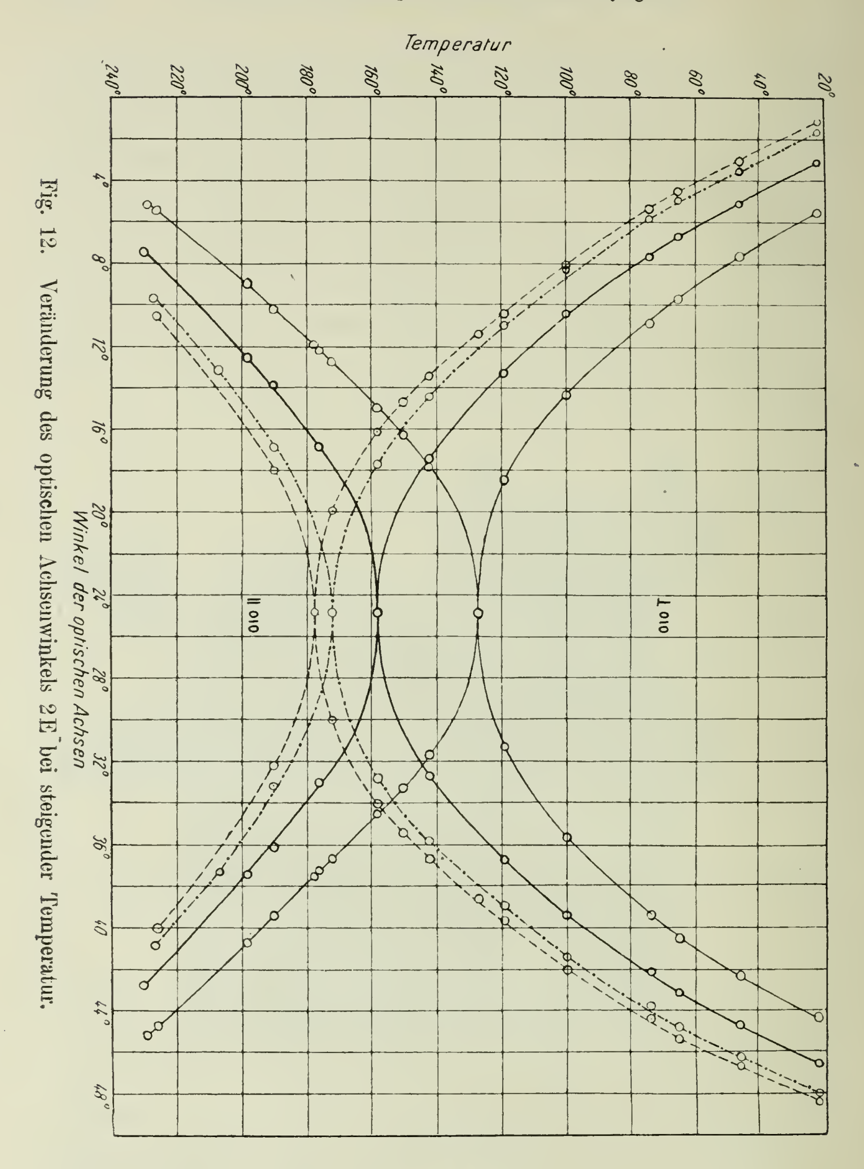


Fig. 12. Veränderung des optischen Achsenwinkels 2E bei steigender Temperatur.

an denselben zu liegen kommt. Anderenfalls stimmt die wirkliche Temperatur des Kristalles mit der am Galvanometer angezeigten nicht überein. Ist dann die andere Hälfte des Ofens angebaut worden, so deckt man die obere Öffnung durch Asbestpappe ab. Der Ofen erwärmt sich sehr langsam, da er nur von zwei Seiten

erhitzt wird, hält aber die Temperatur auch bei über 200° C noch sehr gut konstant.

Von den folgenden zwei Tabellen gibt die erste die am Achsenwinkelapparate abgelesenen Stellungen der beiden optischen Achsen, die andere die Winkel 2 E und 2 V für verschiedene Farben des Heliumspektrums und die jeweilige Dispersion von Rot bis Blau für verschiedene Temperaturen an.

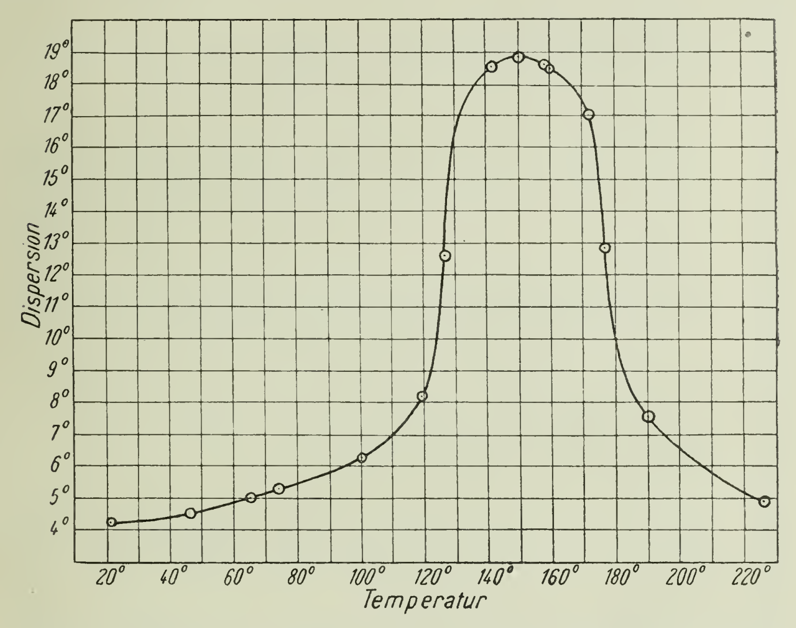


Fig. 13. Dispersion der einzelnen Achse in Luft bei steigender Temperatur.

Diese Werte sind die Mittel von je drei Messungen. Die Fehlergrenze beträgt maximal 15 Minuten. Die Werte in einem rechtwinkeligen Koordinatensystem eingetragen, ergeben die Kurven, welche in Fig. 12 (Veränderung der einzelnen Achsen) und in Fig. 13 (Veränderung der Dispersion der einzelnen Achse) abgebildet sind. Die Werte, welche mit * bezeichnet sind, sind nicht gemessen worden, sondern wurden aus der Kurve in Fig. 12 abgelesen, die zu diesem Zwecke in einem so großen Maßstabe gezeichnet wurde, daß die Punkte auf 3 Minuten genau abgelesen werden konnten.

Die Werte der wirklichen Achsenwinkel 2 V wurden berechnet aus den Werten von 2 E und den dazu gehörigen Werten der

Temperatur in C	Achse A_1					Achse A_2				
	Rot	Gelb	Grün	Blau	Dispersion	Rot	Gelb	Grün	Blau	Dispersion
	$\lambda=0{,}70652\,\mu$	$\lambda=0{,}58757\,\mu$	$\lambda=0{,}50157\,\mu$	$\lambda=0{,}47131\,\mu$		$\lambda=0{,}70652\,\mu$	$\lambda=0{,}58757\,\mu$	$\lambda=0{,}50157\,\mu$	$\lambda=0{,}47131\,\mu$	
21½°	5° 32′	3° 6′	1° 36′	1° 8′	4° 24′	44° 22′	46° 36′	48°	48° 27	4° 5′
46	7 39	5 5	3 34	3 3	4 36	42 18	44 45	46° 16′	46 43	4 25
65	9 39	6 40	4 56	4 30	5 9	40 32	43 8	44 46	45 22	4 50
74	10 54	7 41	5 51	5 22	5 32	39 23	42 6	43 47	44 25	5 2
100	14 18	10 22	8 29	8 2	6 16	35 40	39 25	41 21	41 58	6 18
119	18 27	13 17	10 58	10 22	8 5	31 17	36 40	38 55	39 38	8 21
127	**24 51**	—	—	*11 21	13 30	**24 51**	—	—	*38 34	13 43
142	*17 50	17 26	14 23	13 23	18 29	*31 41	32 40	35 48	36 38	18 37
150	16 13	—	—	*14 40	18 49	33 15	—	—	*35 22	18 55
158	*14 58	**24 49**	17 38	16 7	18 37	*34 23	**24 49**	32 47	34	18 41
160	*14 38	22	—	*16 30	18 34	*34 42	28	—	*33 28	18 28
172	*12 43	—	**24 52**	*19 56	17 3	*36 40	—	**24 52**	*30 2	17
176	12 11	16 51	—	—	—	37 11	33 3	—	—	—
177½	*11 53	—	—	**24 52**	12 58	*37 32	—	—	**24 52**	12 41
190	10 10	13 51	16 52	17 59	7 49	39 26	36 5	33 18	32 9	7 17
198	8 57	12 32	—	—	—	40 40	37 24	—	—	—
207	—	—	13 6	—	—	—	—	37 16	—	—
226	*5 25	—	—	10 33	5 8	*44 44	—	—	40 3	4 41
227	—	—	9 40	—	—	—	—	40 50	—	—
229	5 7	—	—	—	—	45 9	—	—	—	—
230	—	7 26	—	—	—	—	42 56	—	—	—

Temperatur in C	Scheinbarer Achsenwinkel 2E					Wirklicher Achsenwinkel 2V				
	Rot	Gelb	Grün	Blau	Dispersion	Rot	Gelb	Grün	Blau	Dispersion
	$\lambda=0{,}70652\,\mu$	$\lambda=0{,}58757\,\mu$	$\lambda=0{,}50157\,\mu$	$\lambda=0{,}47131\,\mu$		$\lambda=0{,}70652\,\mu$	$\lambda=0{,}58757\,\mu$	$\lambda=0{,}50157\,\mu$	$\lambda=0{,}47131\,\mu$	
$21\frac{1}{2}$°	38° 50′	43° 30′	46° 24′	47° 19′	8° 29′	25° 22′	28° 18′	30° 2′	30° 34′	5° 12′
46	34 39	39 40	42 42	43 40	9 1	22 42	25 52	27 42	28 18	5 36
65	30 53	36 28	39 50	40 52	9 59	20 18	23 50	25 54	26 32	6 14
74	28 29	34 25	37 56	39 3	10 34	18 44	22 32	24 42	25 24	6 40
100	21 22	29 3	32 52	33 56	12 34	14 6	19 4	21 28	22 8	8 2
119	12 50	23 23	27 57	29 16	16 26	8 30	15 24	18 20	19 8	10 38
127	0	—	—	27 13	27 13	0	—	—	17 50	17 50
142	13 51	15 14	21 25	23 15	37 6	9 10	10 2	14 4	15 16	24 26
150	17 2	—	—	20 42	37 44	11 16	—	—	13 34	24 50
158	19 25	0	15 9	17 53	37 18	12 50	0	9 58	11 46	24 36
160	20 4	6	—	16 58	37 2	13 16	3 58	—	11 8	24 24
172	23 57	—	0	10 6	34 3	15 48	—	0	6 38	22 26
176	25	16 12	—	—	—	—	—	—	—	—
$177\frac{1}{2}$	25 39	—	—	0	25 39	16 56	—	—	0	16 56
190	29 16	22 14	16 26	14 10	15 6	19 16	14 40	10 50	9 20	9 56
198	31 43	24 52	—	—	—	—	—	—	—	—
207	—	—	24 10	—	—	—	—	—	—	—
226	39 19	—	—	29 30	9 49	—	—	—	—	—
227	—	—	31 10	—	—	—	—	—	—	—
229	40 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
230	—	35 30	—	—	—	—	—	—	—	—

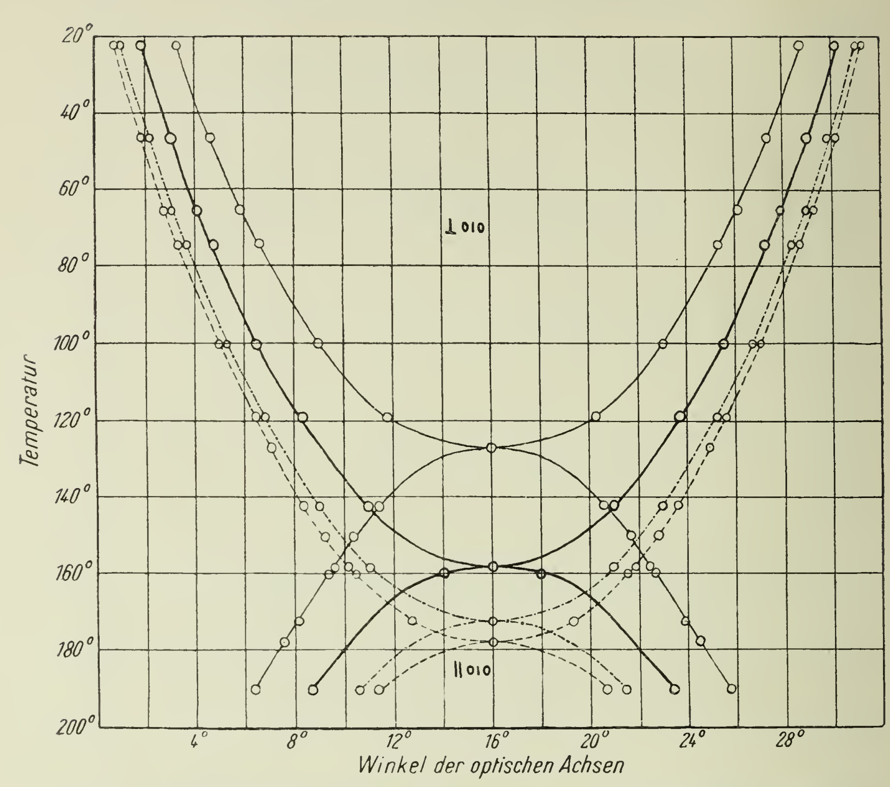


Fig. 14. Veränderung des optischen Achsenwinkels 2 V bei steigender Temperatur.

Brechungsexponenten (siehe unten). Die Kurven für den wirklichen Achsenwinkel 2 V sind in Fig. 14 in demselben Maßstabe wie Fig. 12 aufgetragen. Die Kurven für die Dispersion der Achsenwinkel sind ähnlich der Kurve in Fig. 13.

Einachsigkeit tritt somit ein

für	Rot	($\lambda = 0{,}70652\ \mu$)	bei	127° C
„	Gelb	($\lambda = 0{,}58757\ \mu$)	„	158 „
„	Grün	($\lambda = 0{,}50157\ \mu$)	„	172 „
„	Blau	($\lambda = 0{,}47131\ \mu$)	„	$177\frac{1}{2}$ „

Die gefundenen Werte stimmen mit den Angaben von Mügge (*13) über die Größe, Veränderung und Dispersion des gesamten Winkels befriedigend überein, lassen aber auch noch die Veränderung und Dispersion der einzelnen Achsen erkennen. Solange die Achsenebene senkrecht {010} liegt, zeigen beide Achsen bei gleicher Temperatur gleiche Dispersion, auch wandern sie bei zunehmender

Temperatur gleich schnell. Wenn aber die Einachsigkeit erreicht ist und die Achsenebene parallel {010} liegt, ist zu erwarten, daß die beiden Achsen verschiedene Dispersion zeigen und auch verschieden schnell wandern. Es zeigte sich aber nach der Einachsigkeit, daß die Achsen gleichmäßig schnell wieder auseinandergehen, und auch die Dispersion der einzelnen Achsen keine Verschiedenheiten aufweisen. Das stimmt gleichfalls mit den Untersuchungen von Mügge überein, der weder senkrecht {010} eine horizontale, noch parallel {010} eine geneigte Dispersion fand. Man erkennt also auch hier wieder eine sehr starke Anlehnung an das orthotrimetrische System. Die Änderungen sind vollständig reversibel.

c) Bestimmung der Brechungsexponenten nach der Prismenmethode. Eine gute Kontrolle der Messungen des Achsenwinkels am Syngenit wurde dadurch ausgeführt, daß die drei Brechungsexponenten bei verschiedener Temperatur gemessen wurden. An zwei von der Firma Dr. Steeg und Reuter in Homburg v. d. H. hergestellten Prismen konnte ich β und γ ermitteln, an einem dritten von mir selbst hergestellten Prisma α und β. Die Messungen sind mit dem mittleren Reflexionsgoniometer von Fuess ausgeführt worden. Die Apparatur bezw. Beleuchtung war im übrigen dieselbe wie bei der Messung des Achsenwinkels. Zum Erhitzen diente der von F. Rinne konstruierte kleine Ofen für das Goniometer. Als Lichtsorten wurden dieselben benutzt wie bei der Messung des Achsenwinkels. Die in der auf p. 278 befindlichen Tabelle angegebenen Werte sind für β und γ die Mittelwerte aus sechs Messungen, für α und β die Mittelwerte aus drei Messungen. Die Fehlergrenze ist maximal $\pm$ 0,0004. Die Tabelle auf p. 279 gibt dann die Doppelbrechung für diese verschiedenen Farben an.

Die Werte der ersten Tabelle sind in ein rechtwinkeliges Koordinatensystem eingetragen worden (Fig. 15). Die Kurven zeigen, daß β sehr nahe an γ liegt, und daß alle drei Brechungsexponenten beim Erhitzen ziemlich gleichmäßig abnehmen. Die Dispersion ist, wie schon bei den Kurven für den Achsenwinkel bemerkt wurde, ziemlich groß und nimmt beim Erhitzen kaum merklich ab. β und γ nähern sich beim Erhitzen, bis sie bei der Temperatur der Einachsigkeit zusammenfallen. Bei höherer Temperatur wird β der größere und γ der mittlere Brechungsexponent. Die mit * bezeichneten Werte sind aus der fertiggestellten Kurve abgelesen.

Temperatur	α					β					γ				
	Rot	Gelb	Grün	Blau	Dispersion	Rot	Gelb	Grün	Blau	Dispersion	Rot	Gelb	Grün	Blau	Dispersion
	$\lambda =$ 0,70652 μ	$\lambda =$ 0,58757 μ	$\lambda =$ 0,50157 μ	$\lambda =$ 0,47131 μ		$\lambda =$ 0,70652 μ	$\lambda =$ 0,58757 μ	$\lambda =$ 0,50157 μ	$\lambda =$ 0,47131 μ		$\lambda =$ 0,70652 μ	$\lambda =$ 0,58757 μ	$\lambda =$ 0,50157 μ	$\lambda =$ 0,47131 μ	
21° C	—	—	—	—	—	1,5132	1,5166	1,5207	1,5228	0,0096	1,5139	1,5176	1,5217	1,5240	0,0101
22	1,4979	1,5010	1,5050	1,5071	0,0092	1,5133	1,5166	1,5206	1,5228	0,0095	*1,5139	*1,5176	*1,5217	*1,5240	0,0101
48	1,4974	1,5006	1,5044	1,5064	0,0090	1,5128	1,5162	1,5200	1,5221	0,0093	*1,5132	*1,5169	*1,5210	*1,5232	0,0100
61	*1,4971	*1,5004	*1,5041	*1,5060	0,0089	1,5125	1,5159	1,5197	1,5218	0,0093	1,5128	1,5166	1,5206	1,5228	0,0100
80	1,4967	1,4998	1,5036	1,5055	0,0088	1,5121	1,5153	1,5192	1,5212	0,0091	*1,5123	*1,5159	*1,5199	*1,5221	0,0098
111	1,4959	1,4989	1,5028	1,5047	0,0088	1,5113	1,5144	1,5184	1,5204	0,0091	*1,5113	*1,5148	*1,5188	*1,5210	0,0097
127	*1,4954	*1,4984	*1,5023	*1,5042	0,0088	1,5107	1,5140	1,5179	1,5200	0,0093	1,5107	1,5143	1,5182	1,5204	0,0097
131	1,4953	1,4983	1,5022	1,5042	0,0089	1,5106	1,5138	1,5178	1,5199	0,0093	*1,5106	*1,5141	*1,5180	*1,5202	0,0096
156	*1,4946	*1,4975	*1,5014	*1,5034	0,0088	1,5098	*1,5132	*1,5171	*1,5192	0,0094	1,5096	*1,5132	*1,5171	*1,5194	0,0098
157½	—	*1,4975	—	—	—	—	1,5131	—	—	—	—	1,5131	—	—	—
161	—	—	*1,5013	—	—	—	—	1,5170	—	—	—	—	1,5170	—	—
162	—	—	—	*1,5032	—	—	—	—	1,5190	—	—	—	—	1,5191	—
168	1,4942	1,4972	1,5011	1,5031	0,0089	1,5095	1,5127	1,5167	1,5188	0,0093	*1,5092	*1,5126	*1,5167	*1,5189	0,0097
184	*1,4937	*1,4967	*1,5006	*1,5026	0,0089	1,5090	1,5122	1,5163	1,5183	0,0093	1,5086	1,5119	1,5162	1,5183	0,0097
203	1,4931	1,4961	1,5000	1,5020	0,0089	1,5084	1,5116	1,5156	1,5177	0,0093	*1,5079	*1,5112	*1,5155	*1,5176	0,0097

Temperatur	(β—α)					(γ—α)					(γ—β)				
	Rot	Gelb	Grün	Blau	Dispersion	Rot	Gelb	Grün	Blau	Dispersion	Rot	Gelb	Grün	Blau	Dispersion
	$\lambda =$ 0,70652 μ	$\lambda =$ 0,58757 μ	$\lambda =$ 0,50157 μ	$\lambda =$ 0,47131 μ		$\lambda =$ 0,70652 μ	$\lambda =$ 0,58757 μ	$\lambda =$ 0,50157 μ	$\lambda =$ 0,47131 μ		$\lambda =$ 0,70652 μ	$\lambda =$ 0,58757 μ	$\lambda =$ 0,50157 μ	$\lambda =$ 0,47131 μ	
21° C	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,0007	0,0010	0,0010	0,0012	0,0005
22	0,0154	0,0156	0,0156	0,0157	0,0003	0,0160	0,0166	0,0167	0,0169	0,0009	0,0006	0,0010	0,0011	0,0012	0,0006
48	0,0154	0,0156	0,0156	0,0157	0,0003	0,0158	0.0163	0,0166	0,0168	0,0010	0,0004	0,0007	0,0010	0,0011	0,0007
61	0,0154	0,0155	0,0156	0,0158	0,0004	0,0157	0,0162	0,0165	0,0168	0,0011	0,0003	0,0007	0,0009	0,0010	0,0007
80	0,0154	0,0155	0,0156	0,0157	0,0003	0,0156	0,0161	0,0163	0,0166	0,0010	0,0002	0,0006	0,0007	0,0009	0,0007
111	0,0154	0,0155	0,0156	0,0157	0,0003	0 0154	0,0159	0,0160	0,0163	0,0009	0,0000	0,0004	0,0004	0,0006	0,0006
127	0,0153	0,0156	0,0156	0,0158	0,0005	0,0153	0,0159	0,0159	0,0162	0,0009	0,0000	0,0003	0,0003	0,0004	0,0004
131	0,0153	0,0155	0,0156	0,0157	0,0004	0.0153	0,0158	0,0158	0,0160	0,0007	0,0000	0,0003	0,0002	0,0003	0,0003
156	0,0152	0,0157	0,0157	0,0158	0,0006	0,0150	0,0157	0,0157	0,0160	0,0010	—0,0002	0,0000	0,0000	0,0002	0,0004
157½	—	0,0156	—	—	—	—	0,0156	—	—	—	—	0,0000	—	—	—
161	—	—	0,0157	—	—	—	—	0,0157	—	—	—	—	0,0000	—	—
162	—	—	—	0.0158	—	—	—	—	0,0159	—	—	—	—	0,0001	—
168	0,0153	0,0155	0,0156	0,0157	0,0004	0,0150	0,0154	0,0156	0,0158	0,0008	—0,0003	—0,0001	0,0000	0,0001	0,0004
184	0,0153	0,0155	0,0157	0,0157	0,0004	0,0149	0,0152	0,0156	0,0157	0,0008	—0,0004	—0,0003	0,0001	0,0000	0,0004
203	0,0153	0,0155	0,0156	0,0157	0,0004	0,0148	0,0151	0,0155	0,0156	0,0008	—0,0005	—0,0004	—0,0001	—0,0001	0,0004

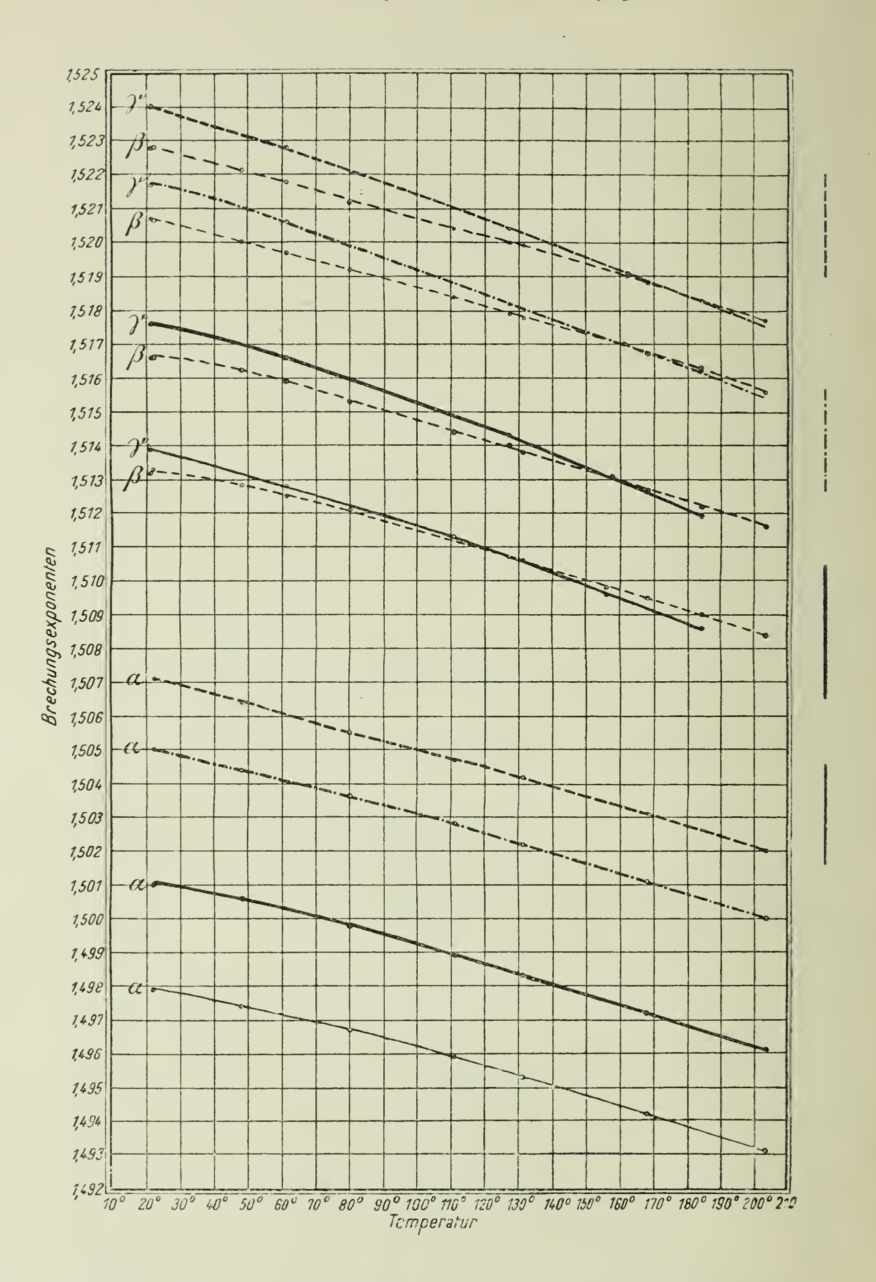


Fig. 15. Veränderung der Brechungsexponenten bei steigender Temperatur.

Die zweite Tabelle zeigt, daß die Doppelbrechung ($\beta - \alpha$) ziemlich hoch und für alle Farben annähernd die gleiche ist. Beim Erhitzen verändert sie sich fast gar nicht. Die Doppelbrechung ($\gamma - \alpha$) ist ebenfalls sehr hoch, nimmt aber bei steigender Temperatur etwas ab. Dagegen ist die Doppelbrechung ($\gamma - \beta$) sehr schwach, sowie für die einzelnen Farben nicht sehr verschieden. Beim Erhitzen aber nimmt sie deutlich ab, wird für die einzelnen Farben bei den dazu gehörigen Temperaturen der Einachsigkeit $= 0$ und nimmt dann wieder zu. Letzteren Vorgang kann man sehr gut in dem von F. Rinne konstruierten Gaserhitzungsofen für das Mikroskop beobachten. Die Dispersion der Doppelbrechung ist sehr gering. Bei der Doppelbrechung ($\beta - \alpha$) und ($\gamma - \alpha$) verändert sie sich durch Erhitzen kaum, bei der Doppelbrechung ($\gamma - \beta$) wird sie etwas kleiner.

Zur Kontrolle der Messungen des Achsenwinkels bei $21\frac{1}{2}^0$ C wurde derselbe aus den drei Brechungsexponenten nach der von G. Bartalini (*19) vorgeschlagenen vereinfachten Formel

$$\cos V = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg} \varphi_1}; \text{ wo } \cos \varphi = \frac{\beta}{\gamma}, \cos \varphi_1 = \frac{\alpha}{\gamma}$$

berechnet. Wie weit die gemessenen und berechneten Werte übereinstimmen, zeigt die folgende kleine Tabelle, welche die Werte bei $21\frac{1}{2}^0$ C miteinander vergleicht.

	Rot	Gelb	Grün	Blau
V berechnet aus dem gemessenen E und β . .	12° 41′	14° 9′	15° 1′	15° 17′
V berechnet aus α, β und γ	11 58	14 12	14 51	15 20

Wenn die Werte für Rot relativ starke Abweichung voneinander zeigen, so liegt das wohl zu einem guten Teil mit an der Formel, bei der φ sehr klein wird, wenn β und γ dicht nebeneinander liegen. Die Cosinusfunktion ändert sich nun bei kleinen Winkeln sehr wenig, wohingegen die Tangensfunktion, die zur Hauptgleichung gebraucht wird, gerade bei kleinem Winkel sehr starke Änderung zeigt. Aus gleichem Grunde hat es auch keinen Wert, den Achsenwinkel für höhere Temperaturen aus α, β und γ zu berechnen, da der Unterschied zwischen β und γ immer geringer wird, je näher man der Einachsigkeit kommt.

Zusammenfassung.

Der Syngenit, ein wasserhaltiges Sulfat von der Formel $Ca\,S\,O_4 \,.\, K_2\,S\,O_4 \,.\, H_2\,O$, ist bis jetzt in natürlichem Vorkommen nur in den Salzlagern von Kalusz in Galizien und Glück Auf-Sondershausen gefunden worden, von welchen ich den letzteren untersuchte. Als künstliches Produkt ist er schon seit 1850 bekannt.

Seine Kristalle sind m o n o k l i n p r i s m a t i s c h. Beobachtet sind folgende Flächen: a {100}, b {010}, c {001}, d {410}, e {310}, f {210}, g {110}, h {120}, i {101}, k $\{10\bar{1}\}$, l $\{20\bar{1}\}$, m {011}, n $\{\bar{1}11\}$, o $\{\bar{2}21\}$. Das Achsenverhältnis ist

nach Zepharovich: a : b : c = 1,3699 : 1 : 0,8738; $\beta = 76^0$
„ Rumpf: a : b : c = 1,3801 : 1 : 0,8667; $\beta = 76^0\ 9'$
„ Schreiber: a : b : c = 1,352 : 1 : 0,871; $\beta = 75^0 55'$

Beim Erhitzen auf 200° C ändert sich das Achsenverhältnis a : b : c = 1,352 : 1 : 0,871 und $\beta = 75^0\,55'$ zu a : b : c = 1,359 : 1 : 0,894 und $\beta = 76^0\,3'$.

Die Kristalle erscheinen als nach der c-Achse gestreckte, schmale Täfelchen mit vorherrschendem ersten Pinakoid, oft sind sie stark verrundet. Zwillingsbildung nach {100} ist sehr häufig. Die Härte ist ungefähr 2,5. Deutliche Spaltbarkeit ist vorhanden nach {100} und {110}. Die Schlag- und Druckfiguren liefern in der Hauptsache Spaltrisse nach {010}. Die Kratzfiguren zeigen, daß die Kristalle parallel c weicher sind als senkrecht dazu. Das spezifische Gewicht ist 2,579. Mit Wasser, Schwefelsäure, Salzsäure und Natronlauge erhält man auf {100} Ätzfiguren in Gestalt langgezogener rechteckiger Grübchen. Die Kristalle werden zwischen 220—250° C durch Abgabe des Kristallwassers trübe, wobei sich in den Kristallen wieder scharf umrandete neue klare Kristalle (wahrscheinlich eines wasserfreien Calciumkaliumsulfats) bilden.

Der Syngenit ist optisch negativ. Seine Achsenebene liegt senkrecht {010}. Die optische Normale liegt im spitzen β-Winkel und bildet mit der c-Achse ohne merkliche Dispersion einen Winkel von $2^0 17'$. Der scheinbare Achsenwinkel 2E ist für Rot ($\lambda = 0{,}70652$) $= 38^0\,50'$, für Blau ($\lambda = 0{,}47131$) $= 47^0\,19'$ bei $21\frac{1}{2}^0$ C. Der wirkliche Achsenwinkel 2V ist für Rot $= 25^0\,22'$, für Blau $= 30^0\,34'$. Erhitzt man den Syngenit, so wandern die beiden Achsen zunächst langsam, dann immer schneller nach der I. Mittellinie zu. Für

die verschiedenen Farben tritt nacheinander Einachsigkeit ein (für Rot bei 127° C, für Gelb bei 158° C, für Grün bei 172° C, für Blau bei $177\frac{1}{2}$° C). Dann gehen die Achsen erst schnell, dann langsamer in der Ebene parallel {010} wieder auseinander. Die Dispersion nimmt zu bis zur Einachsigkeit und nimmt dann wieder in gleichem Maße ab. Die drei Brechungsexponenten sind für Gelb bei 22° C:

$$\alpha = 1{,}5010$$
$$\beta = 1{,}5166$$
$$\gamma = 1{,}5176.$$

Mit zunehmender Temperatur nehmen sie alle ab, und γ wird für jede Farbe bei der Temperatur der Einachsigkeit gleich β. Bei weiterem Erhitzen wird das frühere β der größte Brechungsexponent.

Vorliegende Arbeit wurde im Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität Leipzig ausgeführt.

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimrat Prof. Dr. Rinne, dem Direktor des Institutes, sage ich für die mir erteilten Ratschläge und das mir in reichem Maße bewiesene Wohlwollen meinen herzlichsten Dank.

Literaturverzeichnis.

1. Phillips, Jahresber. über d. Fortschr. d. Chemie. (1850.) p. 298.
2. Rose, Pogg. Ann. **93**. p. 594. (1854.)
3. Struve, Zeitschr. f. Chemie. Leipzig. (1869.) p. 323.
4. Fassbender, Ber. d. deutsch. chem. Ges. **9**. (1876.) p. 1358.
5. Precht, Wochenschr. Ver. d. Ing. (1880.) p. 370. Ber. d. deutsch. chem. Ges. **14**. (1881.) p. 2139.
6. van't Hoff u. Wilson, Sitz.-Ber. d. k. preuß. Akad. d. Wiss. (1900.) p. 1142.
7. Miller, Journ. chem. Soc. **3**. (1850.) p. 348.
8. v. Lang, Sitz.-Ber. d. Wiener Akad. **61**. 2. Abt. p. 194. (1870.)
9. v. Zepharovich, Lotos. (1872.) p. 137. Dies. Jahrb. (1872.) p. 536.

10. Rumpf, Min. Mitt. von Tschermak. (1872.) p. 117.
11. v. Zepharovich, Sitz.-Ber. d. k. Akad. d. Wiss. **67**. (1873.) Dies. Jahrb. (1873.) p. 638.
12. Tschermak, Min. Mitt. von Tschermak. (1872.) p. 197.
13. Mügge, Dies. Jahrb. (1895.) I. p. 266. Zeitschr. f. Krist. (1897.) **28**. p. 617.
14. Zepharovich, Lotos. (1872.) p. 211. Dies. Jahrb. (1873.) p. 88.
15. Gaubert, Bull. Soc. franç. Min. **30**. p. 104. (1907.) Dies. Jahrb. (1908.) II. p. 143.
16. Zimmermann, Zeitschrift „Kali". (1909.) No. 24.
17. Naumann, Dies. Jahrb. (1911.) Beil.-Bd. XXXII. p. 624.
18. Boeke, Zeitschr. f. Krist. (1910.) **47**. p. 282.
19. Bartalini, Zeitschr. f. Krist. (1888.) **14**. p. 525.

Lebenslauf.

Ich, Henrico Schreiber, evang.-luth. Konfession, wurde am 5. April 1887 als Sohn des Kaufmanns Clemens Schreiber in Annaberg im Erzgebirge geboren. Von 1893 bis 1897 besuchte ich die Bürgerschule, dann das Kgl. Realgymnasium in meiner Heimatstadt, wo ich Ostern 1908 das Reifezeugnis erhielt. Von da ab widmete ich mich an der Universität Leipzig dem Studium der Mathematik und der Naturwissenschaften.

Ich besuchte die Vorlesungen und Übungen der Herren Bergt, Boeke, Chun, Credner, Des Coudres, Hantzsch, Hausdorff, Hölder, Liebmann, Nacken, Neumann, Pfeffer, Reinisch, Rinne, Rohn, Wiener.

3 0112 072844647